

19 RÉPUBLIQUE FRANÇAISE  
INSTITUT NATIONAL  
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE  
PARIS

11 N° de publication :  
(à n'utiliser que pour les  
commandes de reproduction)

2 774 455

21 N° d'enregistrement national : 99 01039

51 Int Cl<sup>8</sup> : F 23 R 3/36, F 23 R 3/14, 3/28, 3/34

12

## DEMANDE DE BREVET D'INVENTION

A1

22 Date de dépôt : 29.01.99.

30 Priorité : 31.01.98 GB 09802021.

43 Date de mise à la disposition du public de la demande : 08.08.99 Bulletin 99/31.

56 Liste des documents cités dans le rapport de recherche préliminaire : *Ce dernier n'a pas été établi à la date de publication de la demande.*

60 Références à d'autres documents nationaux apparentés :

71 Demandeur(s) : ALSTOM GAS TURBINES LIMITED  
— GB.

72 Inventeur(s) : NORSTER ERIC ROY, KOWKABI  
MAHMOUD, DE PIETRO SIMON et HESSE HOGER  
GUNTER HEINRICH.

73 Titulaire(s) :

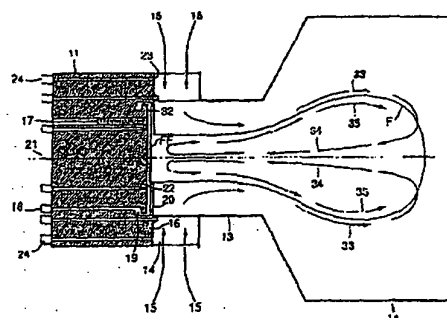
74 Mandataire(s) : CABINET SIMONNOT.

54 SYSTÈME DE COMBUSTION POUR MOTEUR A TURBINE A GAZ ET SON PROCÉDE DE MISE EN ŒUVRE.

57 L'invention concerne un organe de combustion.

Elle se rapporte à un organe de combustion comprenant un brûleur ayant des chambres de combustion préalable (13) et principale et une tête (11) ayant un dispositif (32) d'injection de combustible liquide ou gazeux dans la chambre préalable, et disposé afin qu'une face avant (FF) de la flamme brûle très près d'une partie centrale d'une face aval (22) de la tête (11); le brûleur comporte en outre un dispositif (20) de direction du combustible gazeux vers la partie centrale de la face aval (22) lors du fonctionnement avec du combustible gazeux, et un dispositif (20) de direction d'un courant d'air de refroidissement vers la partie centrale de la face aval (22) pendant le fonctionnement avec un combustible liquide.

Application aux moteurs à turbine à gaz.



FR 2 774 455 - A1



La présente invention concerne un organe de combustion pour moteur à turbine à gaz qui peut brûler des combustibles gazeux et liquides et, en particulier mais non exclusivement, un organe de combustion travaillant dans des conditions de combustion pauvre.

Les réalisations d'organes de combustion de type pauvre, dans lesquelles l'air de combustion est introduit en très petite quantité, qui peut même être nulle, dans un organe de combustion en aval de l'emplacement de l'ensemble de mélange air-combustible du brûleur, sont actuellement prépondérantes. Le grand avantage des systèmes à combustion pauvre est la réduction de la concentration des émissions nuisibles dans les conditions de charge élevée du moteur. Cependant, un inconvénient est la difficulté présentée par la conservation de l'intégrité de la flamme de l'organe de combustion dans les conditions de faible charge, pour qu'un "étouffement de flamme", c'est-à-dire une simple extinction de la flamme, ne se produise pas.

Pour éviter l'extinction de la flamme dans les conditions de faible charge du moteur, les réalisations antérieures ont utilisé des techniques telles que des systèmes à flamme pilote enrichie et des systèmes à combustible étagé. Le premier type a tendance à augmenter les concentrations des émissions et le second type donne en général une réalisation complexe et coûteuse.

La présente invention a pour objet la combinaison d'une réduction des émissions nocives avec une réduction de la complexité et donc du coût.

Dans son aspect le plus large, l'invention concerne un système de combustion pour moteur à turbine à gaz du type à combustion pauvre, possédant un brûleur, une chambre de combustion préalable et une chambre de combustion principale disposées en série pour la circulation, le brûleur comprenant une tête de brûleur ayant une face de brûleur comprenant un dispositif d'injection de combustible de la face de brûleur à la chambre de combustion préalable, l'organe de combustion étant disposé de manière que, pendant le fonctionnement de l'organe de combustion, une face avant d'une

flamme de combustion brûle très près de la face du brûleur, le brûleur comportant en outre un dispositif de direction destiné à diriger le combustible vers la face du brûleur dans un premier mode de fonctionnement de l'organe de combustion, et un dispositif de direction destiné à diriger de l'air de refroidissement vers la face du brûleur dans un second mode de fonctionnement de l'organe de combustion.

Dans un mode de réalisation préféré, l'invention concerne un système de combustion pour moteur à turbine à gaz du type à combustion pauvre, possédant un organe de combustion qui comporte un brûleur, une chambre de combustion préalable et une chambre de combustion principale disposées en série pour la circulation, le brûleur comprenant :

- une tête de brûleur,
- une face de la tête de brûleur, cette face délimitant une extrémité amont de la chambre de combustion préalable,
- un dispositif d'injection de combustible gazeux de la tête à la chambre de combustion préalable,
- un dispositif d'injection de combustible liquide séparé du dispositif d'injection de combustible gazeux et destiné à injecter le combustible liquide de la tête du brûleur à la chambre de combustion préalable,

l'organe de combustion étant disposé afin que, pendant son fonctionnement, une face avant d'une flamme de combustion brûle très près d'une partie centrale de la face du brûleur, le système de combustion possédant en outre

- un dispositif destiné à permettre la commutation du fonctionnement de l'organe de combustion avec un combustible gazeux à un fonctionnement avec un combustible liquide,

- un dispositif destiné, pendant le fonctionnement de l'organe de combustion avec du combustible liquide, à empêcher l'injection de combustible gazeux et à permettre l'injection d'air de refroidissement par la tête dans la chambre de combustion préalable,

- le brûleur comportant en outre un dispositif de direction grâce auquel le combustible gazeux est dirigé vers la partie central de la face du brûleur lors du fonctionnement

de l'organe de combustion avec un combustible gazeux, et de l'air de refroidissement est dirigé vers la partie centrale de la face du brûleur lors du fonctionnement de l'organe de combustion avec un combustible liquide.

5 Il est commode, mais non essentiel, que le même dispositif de direction soit utilisé pour diriger à la fois le combustible gazeux et l'air de refroidissement vers la partie centrale de la face du brûleur.

10 Le dispositif d'injection de combustible gazeux peut comprendre un dispositif à conduits destiné à injecter du combustible gazeux et de l'air de refroidissement vers la partie centrale de la face du brûleur.

15 Le dispositif de direction peut comporter un dispositif à lèvres placé à la face du brûleur et s'étendant vers la partie centrale de cette face, le dispositif à lèvres étant placé par rapport au dispositif d'injection de manière qu'il dévie le combustible gazeux et l'air sortant du dispositif d'injection vers la partie centrale de la face du brûleur.

20 Le dispositif d'injection de combustible liquide peut être placé entre le dispositif d'injection de combustible gazeux et la partie centrale de la face du brûleur. De préférence, le dispositif d'injection de combustible liquide comprend un dispositif à conduits de combustible liquide qui communique avec la face du brûleur. Un allumeur peut être  
25 placé entre le dispositif d'injection de combustible gazeux et le dispositif d'injection de combustible liquide, ou entre des dispositifs adjacents d'injection de combustible liquide.

30 Les dispositifs d'injection de combustible liquide et de combustible gazeux comprennent de préférence un dispositif d'injection de combustible gazeux pilote, un dispositif d'injection de combustible liquide pilote, un dispositif d'injection de combustible gazeux principal, et un dispositif d'injection de combustible liquide principal, tous les  
35 dispositifs d'injection communiquant avec la face du brûleur. Il est avantageux que le dispositif d'injection de combustible liquide principal soit disposé radialement vers l'extérieur du dispositif d'injection de combustible gazeux

pilote. Le dispositif d'injection de combustible gazeux principal peut être disposé radialement vers l'extérieur du dispositif d'injection de combustible liquide principal.

5 Le brûleur comprend de préférence un organe de tourbillonnement radial placé entre la face du brûleur et la chambre de combustion préalable, l'organe de tourbillonnement possédant plusieurs passages de circulation d'air de combustion dans l'organe de tourbillonnement vers la partie centrale de la face du brûleur. De préférence, le dispositif  
10 d'injection de combustible gazeux principal communique avec l'un au moins des passages de l'organe de tourbillonnement, en position adjacente à une partie radialement externe des passages, et le dispositif d'injection de combustible liquide principal communique avec l'un au moins des passages  
15 qui est adjacent à une partie radialement interne des passages.

Le système de combustion comporte un dispositif d'entrée de combustible qui communique avec les dispositifs d'injection de combustibles gazeux et liquide pilotes et  
20 principaux pour la transmission d'un combustible à ces dispositifs, un dispositif de commande étant raccordé au dispositif d'entrée de combustible pour régler le débit de combustible dans les dispositifs d'injection de combustible gazeux et de combustible liquide pilotes et principaux, afin  
25 que, pendant le fonctionnement avec du combustible liquide, le dispositif de commande écarte le combustible gazeux pilote du dispositif d'injection de combustible gazeux pilote et raccorde ce dispositif à une source d'air de refroidissement.

30 L'invention concerne aussi un procédé de mise en oeuvre du système de combustion précité, lors d'un fonctionnement avec un combustible gazeux de l'organe de combustion, comprenant les étapes suivantes :

le déclenchement de l'injection de combustible pilote  
35 et de combustible principal dans la chambre de combustion préalable avec des débits massiques respectifs prédéterminés, et

la variation des débits massiques respectifs du combustible pilote et du combustible principal qui sont injectés par rapport au débit massique total de combustible gazeux entre une condition de démarrage et une condition à pleine charge du moteur, afin que, dans la condition de démarrage du moteur, le débit total de combustible gazeux comporte essentiellement le combustible pilote et que, dans la condition à pleine charge du moteur, le débit total de combustible gazeux comprenne essentiellement du combustible principal.

De préférence, dans la condition de démarrage du moteur, le combustible gazeux principal ne forme pas plus de 5 % environ du débit total de combustible gazeux et le combustible gazeux pilote ne forme pas moins de 95 % environ du débit total de combustible gazeux alors que, dans la condition de pleine charge du moteur, le combustible gazeux principal ne forme pas moins de 95 % environ du débit total de combustible gazeux et le combustible gazeux pilote ne forme pas plus de 5 % environ du total du débit du combustible gazeux, mais a une valeur qui dépasse 0 %.

L'invention concerne aussi un procédé de mise en oeuvre du système de combustion précité lors d'un fonctionnement de l'organe de combustion avec un combustible liquide, comprenant les étapes suivantes :

le déclenchement de l'injection de combustible liquide pilote dans la chambre de combustion préalable avec un débit massique prédéterminé à l'état de démarrage du moteur,

l'augmentation du débit massique du combustible liquide pilote afin que la puissance du moteur augmente vers une condition de pleine charge du moteur,

le déclenchement de l'injection d'un combustible liquide principal dans la chambre de combustion préalable avec un débit massique prédéterminé lorsqu'une fraction prédéterminée de l'état à pleine charge du moteur est atteinte,

la réduction continue de la transmission du combustible liquide pilote et l'augmentation continue de la transmission

du combustible principal jusqu'à ce que la condition de pleine charge du moteur soit atteinte, et

5 l'injection d'air de refroidissement dans la chambre de combustion préalable à partir de la tête du brûleur à l'aide du dispositif de direction pendant le fonctionnement de l'organe de combustion avec le combustible liquide.

10 La fraction prédéterminée de la condition de pleine charge du moteur peut être d'environ 70 % et, à la pleine charge du moteur, le combustible liquide principal peut ne former pas moins de 95 % environ du débit total de combustible liquide, et le combustible liquide pilote peut ne former pas plus de 5 % environ du débit total de combustible liquide, mais avec une valeur supérieure à 0 % cependant.

15 D'autres caractéristiques et avantages de l'invention ressortiront mieux de la description qui va suivre, faite en référence aux dessins annexés sur lesquels :

20 la figure 1 représente schématiquement un système de combustion selon l'invention et comporte une coupe axiale simplifiée d'un organe de combustion faisant partie du système de combustion ;

la figure 2 représente l'organe de combustion de la figure 1 lorsqu'il travaille en mode à combustible gazeux ;

25 la figure 3 représente l'organe de combustion de la figure 1 lorsqu'il travaille en mode à combustible liquide ; et

la figure 4 est une coupe transversale IV-IV du brûleur de la figure 3.

30 On se réfère maintenant à la figure 1 qui représente une coupe longitudinale d'un organe de combustion selon l'invention, constitué d'un brûleur 10 comprenant une partie 11 de tête de brûleur fixée à une partie 12 d'organe de tourbillonnement à courant radial d'entrée, une chambre 13 de combustion préalable et une chambre de combustion principale. La chambre principale a un diamètre supérieur à celui de la chambre préalable. L'organe 12 de tourbillonnement comprend un certain nombre d'ailettes espacées 30 (voir figure 4) qui délimitent entre elles des passages 14.

Pendant le fonctionnement, l'air comprimé 15 qui s'écoule dans la direction des flèches représentées parvient au brûleur (habituellement à partir du compresseur de la turbine à gaz) et circule dans les passages 14 formés entre les ailettes de l'organe de tourbillonnement. Il se mélange au combustible injecté à partir de la face aval 16 de la tête de brûleur et, en arrivant dans la chambre préalable 13, le mélange est allumé, par l'unité à allumeur électrique 17 par exemple. Après allumage, la flamme continue à brûler sans autre assistance de l'allumeur.

On décrit maintenant séparément les modes de fonctionnement à combustible gazeux et à combustible liquide de l'organe de combustion.

On décrit le mode de fonctionnement à combustible gazeux en référence aux figures 1 et 2. Le système à combustible gazeux comporte un système à combustible pilote et un système à combustible principal qui travaillent ensemble de manière progressive pour donner un changement de fonctionnement de l'un à l'autre sans discontinuité. Lorsque le moteur est mis en fonctionnement, l'organe 40 de commande de combustible commande des soupapes variables 42 et 44 si bien que la plus grande partie du combustible gazeux provenant de la conduite 46 est dirigée vers le système pilote, et que le gaz transmis par le raccord 18 à la tête 11 de brûleur se déplace dans les passages de la tête en arrivant finalement à une galerie annulaire 19 à partir de laquelle il est dirigé, par une série de trous espacés 32 ou un conduit annulaire continu, à la face inférieure d'un dispositif de direction sous forme d'une lèvre circonférentielle 20 qui s'étend radialement vers l'intérieur, vers l'axe longitudinal 21 de l'organe de combustion. La lèvre 20 dévie le gaz pilote sur une partie centrale 22 de la face 16, c'est-à-dire radialement vers l'intérieur en direction perpendiculaire de façon générale à l'axe 21. Le gaz pilote se mélange à l'air comprimé introduit 15 et le combustible gazeux principal quittant les passages 14 des ailettes de l'organe de tourbillonnement (le combustible gazeux principal sort de la tête de brûleur par les orifices 23),



l'allumeur 17 étant excité pour amorcer une flamme pilote. Les orifices ou éjecteurs 23 du combustible gazeux principal sont placés dans la région d'entrée d'air de l'organe de tourbillonnement, c'est-à-dire près d'une partie radialement externe des passages 14, et ils sont alimentés à partir de raccords 24 par des conduits d'interconnexion tels que représentés.

Au démarrage du moteur et à faible charge, la grande majorité (par exemple supérieure ou égale à 95 %) du combustible injecté est du combustible gazeux pilote passant par le trajet 46, 48, 50 par la soupape 44, le reste étant transmis par les éjecteurs 23 de gaz principal par la soupape 42, qui vient juste d'être ouverte à ce moment. Cependant, lorsque la charge du moteur et sa vitesse augmentent, la soupape 44 se ferme progressivement et, simultanément, la soupape 42 s'ouvre progressivement, si bien que l'alimentation principale en gaz des raccords 24 par le trajet 46, 52 augmente et qu'une quantité progressivement plus grande du débit massique total de combustible gazeux est injectée par les éjecteurs 23. Le gaz principal et l'air se mélangent lorsqu'ils s'écoulent vers l'intérieur dans les passages 14 sur leur trajet vers la flamme de combustion à l'intérieur de la chambre préalable 13 et de la chambre principale. Lorsque la charge continue à augmenter, la commande 40 de combustible continue à modifier progressivement les réglages des soupapes 42 et 44 si bien qu'une quantité progressivement plus grande de combustible est introduite par le raccord 24 de gaz principal et une plus petite quantité pénètre par le raccord pilote 18, de sorte que, finalement, à pleine charge, 95 % environ de la quantité totale de combustible nécessaire passent par le raccord principal 24, le reste passant par le raccord pilote 18.

Cependant, la soupape 44 ne ferme jamais complètement le trajet 46, 48, 50, si bien qu'il existe toujours un certain courant de gaz provenant du système pilote sur la face centrale 22 du brûleur.

La figure 2 représente une enveloppe de flamme de combustion représentée par la courbe limite "F" et par la

face du front de flamme "FF". Ce front de flamme FF est créé par recirculation du fluide 33 qui pénètre dans la chambre de combustion par les parties radialement externes de la chambre et revenant le long de la partie externe centrale de la chambre (axe 21) vers le brûleur (voir flèche 34) avant de revenir vers la chambre principale (voir flèche 35), le front de flamme lui-même étant le point auquel le courant axial 34 dirigé vers le brûleur revient sur lui-même (35).

Une caractéristique du brûleur selon l'invention est que, pour tous les réglages de charge du moteur, le front de flamme reste adjacent à la face 22. (Il faut noter que, dans un système connu de combustion à chambre préalable et chambre principale, il est courant que le front de flamme de la flamme principale, mais non nécessairement la flamme pilote, ne soit pas placé aussi en amont dans la chambre préalable).

La présente invention provoque l'arrivée de la face du front FF près de la face 22 du brûleur, par exemple par utilisation d'un rapport élevé du diamètre à la longueur de la chambre préalable (dans un exemple, ce rapport est égal à 2/1), et par suppression d'éjecteurs de combustible ou d'air dirigés axialement, qui peuvent être placés habituellement dans la région centrale de la face 22, ces éjecteurs agissant contre le courant 34 pour limiter la progression de la face du front de flamme vers la face 22 du brûleur.

On peut supposer que la disposition du front de flamme près de la face 22 doit normalement provoquer une surchauffe et une détérioration de cette face et peut donc poser des problèmes de fiabilité. Cependant, le rideau de gaz pilote qui balaie la face 22 crée un isolement efficace qui empêche cette détérioration. Cette réalisation du brûleur, grâce à laquelle la face du front de flamme est toujours maintenue près de la face aval 22 de la tête du brûleur et en conséquence dans la chambre préalable, est avantageuse en ce sens que le mélange air-combustible dans la chambre préalable a une vitesse suffisante pour empêcher un retour d'allumage dans l'organe de tourbillonnement ; ceci est dû à la section

relativement petite de la chambre préalable 13 par rapport à la masse de combustible et d'air qui circule.

On considère maintenant la disposition à combustible liquide de l'organe de combustion selon l'invention (voir figures 1 et 3) ; ce mode de fonctionnement met en oeuvre, comme dans le mode à combustible gazeux, à la fois les systèmes de combustible pilote et de combustible principal, commandés par les soupapes variables 62 et 68, et le front de flamme dans ce mode est aussi placé près de la face 22 du brûleur pour tous les réglages de la charge.

Un éjecteur pilote 25 de combustible liquide au moins, mais de préférence plusieurs, placés à la périphérie de la partie centrale 22 de la face du brûleur 16, sont disposés et sont alimentés en combustible liquide pour une opération à flamme pilote à partir de la conduite 60 par la soupape 62, la conduite 64, les raccords 26 et des conduits convenables dans la tête du brûleur. De tels éjecteurs pilotes 25 sont placés à la face à l'extérieur de la circonférence externe de la flamme de combustion près de la face 22. Les éjecteurs 27 du combustible liquide principal qui sont alimentés par les raccords 28 de combustible par l'intermédiaire de passages convenables, se trouvent dans la région de sortie d'air de l'organe 12 de tourbillonnement, c'est-à-dire près d'une partie radialement interne des passages 14 d'organe de tourbillonnement.

Lorsque le moteur est mis en fonctionnement, le combustible liquide pilote est injecté par les éjecteurs pilotes 25 dans la chambre préalable 13 en direction axiale parallèle ou approximativement parallèle à l'axe longitudinal central 21, et il se mélange à cet endroit à de l'air 15 qui sort des passages 14 de l'organe de tourbillonnement, le mélange air-combustible étant allumé par une étincelle de l'unité 17 à allumeur. Lors du démarrage, la commande 40 de combustible commande les soupapes 62, 68 afin que la soupape 68 soit fermée et que tout le combustible nécessaire soit transmis par les éjecteurs pilotes 25, le système du combustible principal n'ayant aucun rôle à ce moment.

Lorsque la charge du moteur augmente à partir du démarrage jusqu'à une charge d'environ 70 %, la soupape 62 est commandée afin qu'une proportion de plus en plus grande du débit massique total du combustible liquide de la conduite 60 soit transmise par l'éjecteur ou les éjecteurs pilotes 25 jusqu'à ce que, pour une charge d'environ 70 %, il apparaisse un changement dans la programmation du combustible si bien que la soupape 68 est ouverte et le combustible principal est introduit par les éjecteurs 27. L'alimentation en combustible principal assure alors 95 % de la transmission du combustible nécessaire au total au moteur pour une charge comprise entre 70 et 100 %, si bien que, dans cette plage de charge, 5 % seulement environ sont transmis par les éjecteurs pilotes 25. Il faut noter que la soupape 62 reste légèrement ouverte si bien qu'il existe toujours un certain courant de combustible pilote, même à pleine charge.

Les éjecteurs 27 de combustible liquide principal sont placés à la face du brûleur 16 dans la région de sortie d'air des passages 14 de l'organe de tourbillonnement et injectent le combustible en direction approximativement perpendiculaire au courant d'air 15. Il est important que tout le combustible liquide injecté soit entraîné dans le courant d'air et que le combustible ne puisse pas venir au contact des parois latérales amont et aval de l'organe 12 de tourbillonnement ou des parois des ailettes, au point qu'une paroi soit mouillée. A cet effet, les corps des éjecteurs de combustible sont placés afin qu'ils dépassent de la surface de montage 16, les orifices des éjecteurs étant distants de la surface si bien que, pour les réglages à faible pression de combustible, celui-ci ne rebondit pas à la surface. Pour des raisons analogues, lors du fonctionnement avec des réglages à de plus grandes pressions de combustible, la pression est réglée afin qu'elle ne soit pas suffisante pour chasser le combustible au contact d'une paroi 29 du passage aval de l'organe de tourbillonnement.

Surtout, pendant le fonctionnement avec un combustible liquide et pour éviter la surchauffe de la face 22 et donc sa détérioration, de l'air sous pression de la conduite 72

est acheminé par la soupape variable 44 à plusieurs positions et la conduite 50 à l'éjecteur de gaz pilote pour balayer la face 22 de la même manière que le gaz pilote est mis au contact de la face pendant le fonctionnement avec un gaz. Cet air joue le rôle d'un fluide de refroidissement et d'une barrière isolante pour protéger la face 22 contre la chaleur de la flamme.

La figure 4 est une coupe suivant la ligne IV-IV de la figure 3 et représente la configuration des ailettes et passages de l'organe de tourbillonnement et la disposition des éjecteurs de combustible gazeux ou liquide utilisés dans le mode de réalisation décrit précédemment. Les régions triangulaires hachurées 30 sont les sections des ailettes alors que les régions claires entre les ailettes représentent les passages 14 d'air.

Bien que le mode de réalisation préféré de transport d'air de refroidissement à la face aval de la tête de brûleur comprenne l'utilisation des conduits de gaz pilote eux-mêmes pour la transmission de l'air, une autre possibilité comprend l'utilisation de sorties spécialisées (non représentées) formées dans la tête, par exemple entre les sorties espacées 32 de gaz. Ces sorties spécialisées sont alimentées par des passages spécialisés analogues (qui ne sont pas non plus représentés) alimentés par des entrées convenables et une soupape séparée commandée par la commande 40.

En outre, bien que l'allumeur 17 ait été représenté comme étant placé à un rayon compris entre celui des éjecteurs 25 de combustible liquide pilote et celui de la galerie annulaire 19, il peut aussi se trouver sur un même rayon que les éjecteurs 25.

Il est bien entendu que l'invention n'a été décrite et représentée qu'à titre d'exemple préférentiel et qu'on pourra apporter toute équivalence technique dans ses éléments constitutifs sans pour autant sortir de son cadre.

REVENDICATIONS

1. Système de combustion pour moteur à turbine à gaz du type à combustion pauvre, possédant un organe de combustion qui comporte un brûleur (10), une chambre de combustion préalable (13) et une chambre de combustion principale (14) disposées en série pour la circulation, le brûleur comprenant :
- une tête (11) de brûleur,
  - une face (16) de la tête de brûleur, cette face délimitant une extrémité amont de la chambre de combustion préalable (13),
  - un dispositif (32) d'injection de combustible gazeux de la tête à la chambre de combustion préalable,
  - un dispositif (25) d'injection de combustible liquide séparé du dispositif d'injection de combustible gazeux et destiné à injecter le combustible liquide de la tête du brûleur à la chambre de combustion préalable, et
  - un dispositif (40, 44, 42, ...) destiné à permettre la commutation du fonctionnement de l'organe de combustion avec un combustible gazeux à un fonctionnement avec un combustible liquide,
- caractérisé en ce que l'organe de combustion a une disposition telle que, pendant le fonctionnement de l'organe de combustion, une face avant (FF) d'une flamme de combustion brûle très près d'une partie centrale (22) de la face (16) du brûleur, le système de combustion comportant en outre un dispositif (40, 44) destiné, pendant le fonctionnement de l'organe de combustion avec du combustible liquide, à empêcher l'injection de combustible gazeux et à permettre l'injection d'air de refroidissement de la tête (11) à la chambre de combustion préalable (13), le brûleur comportant en outre un dispositif de direction (20) grâce auquel le combustible gazeux est dirigé vers la partie centrale (22) de la face du brûleur lors du fonctionnement de l'organe de combustion avec un combustible gazeux, et de l'air de refroidissement est dirigé vers la partie centrale de la face du brûleur lors du fonctionnement de l'organe de combustion avec un combustible liquide.

2. Système de combustion selon la revendication 1, caractérisé en ce que le même dispositif de direction (20) est utilisé pour diriger à la fois le combustible gazeux et l'air de refroidissement vers la partie centrale (22) de la face (16) du brûleur.

3. Système de combustion selon l'une des revendications 1 et 2, caractérisé en ce que le dispositif d'injection de combustible gazeux comprend un dispositif à conduits destiné à injecter le combustible gazeux et l'air de refroidissement avec une configuration annulaire vers la partie centrale de la face du brûleur.

4. Système de combustion selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce que le dispositif de direction comporte un dispositif à lèvres (20) placé à la face (16) du brûleur et s'étendant vers la partie centrale (22) de cette face, le dispositif à lèvres étant placé par rapport au dispositif d'injection (32) de manière qu'il dévie le combustible gazeux et l'air sortant du dispositif d'injection vers la partie centrale (22) de la face du brûleur.

5. Système de combustion selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce que le dispositif (25) d'injection de combustible liquide est placé entre le dispositif (32) d'injection de combustible gazeux et la partie centrale (22) de la face du brûleur.

6. Système de combustion selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce que le dispositif d'injection de combustible liquide comprend un dispositif à conduits de combustible liquide qui communique avec la face du brûleur.

7. Système de combustion selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce qu'il comporte un allumeur (17) placé entre le dispositif (32) d'injection de combustible gazeux et le dispositif (25) d'injection de combustible liquide.

8. Système de combustion selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce qu'il comporte

un allumeur placé entre des dispositifs adjacents d'injection de combustible liquide.

5 9. Système de combustion selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce que les dispositifs d'injection de combustible liquide et de combustible gazeux comprennent un dispositif (32) d'injection de combustible gazeux pilote, un dispositif (25) d'injection de combustible liquide pilote, un dispositif (23) d'injection de combustible gazeux principal, et un dispositif (27)  
10 d'injection de combustible liquide principal, tous les dispositifs d'injection communiquant avec la face (16) du brûleur.

15 10. Système de combustion selon la revendication 9, caractérisé en ce que le dispositif (27) d'injection de combustible liquide principal est disposé radialement vers l'extérieur du dispositif (25) d'injection de combustible gazeux pilote.

20 11. Système de combustion selon la revendication 10, caractérisé en ce que le dispositif (23) d'injection de combustible gazeux principal est disposé radialement vers l'extérieur du dispositif (27) d'injection de combustible liquide principal.

25 12. Système de combustion selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce que le brûleur (10) comprend un organe de tourbillonnement radial (12) placé entre la face (16) du brûleur et la chambre de combustion préalable (13), l'organe de tourbillonnement possédant plusieurs passages (14) de circulation d'air de combustion dans l'organe de tourbillonnement vers la partie centrale  
30 (22) de la face du brûleur.

35 13. Système de combustion selon la revendication 9, caractérisé en ce que le brûleur (10) comporte un organe de tourbillonnement radial (12) placé entre la face (16) du brûleur et la chambre de combustion préalable (13), l'organe de tourbillonnement ayant plusieurs passages (14) de circulation d'air de combustion dans l'organe de tourbillonnement vers la partie centrale (22) de la face du brûleur, le dispositif (23) d'injection de combustible gazeux



principal communiquant avec l'un au moins des passages (14) de l'organe de tourbillonnement, en position adjacente à une partie radialement externe des passages, et le dispositif (24) d'injection de combustible liquide principal communique  
5 avec l'un au moins des passages qui est adjacent à une partie radialement interne des passages.

14. Système de combustion selon la revendication 1, caractérisé en ce qu'il comporte en outre un dispositif (18, 26) d'entrée de combustible qui communique avec les  
10 dispositifs (32, 25) d'injection de combustibles gazeux et liquide pour la transmission d'un combustible à ces dispositifs, un dispositif de commande (40, 44, 62) étant raccordé au dispositif d'entrée de combustible pour régler le débit de combustible dans les dispositifs d'injection de  
15 combustible gazeux et de combustible liquide, afin que, pendant le fonctionnement avec du combustible liquide, le dispositif de commande (40, 44) écarte le combustible gazeux du dispositif (32) d'injection de combustible gazeux et raccorde ce dispositif à une source (72) d'air de refroidis-  
20 sement.

15. Système de combustion selon la revendication 9, caractérisé en ce qu'il comprend un dispositif (18, 24, 26, 28) d'entrée de combustible qui communique avec les dispositifs (23, 25, 27, 32) d'injection de combustibles gazeux et liquide pilotes et principaux pour la transmission de  
25 combustible à ces dispositifs, un dispositif de commande (40, 42, 44, 62, 68) étant raccordé au dispositif d'entrée de combustible pour régler le débit de combustible transmis aux dispositifs d'injection de combustibles gazeux et  
30 liquide pilotes et principaux afin que, pendant le fonctionnement avec du combustible liquide, le dispositif de commande (40, 44) écarte le combustible gazeux pilote du dispositif (32) d'injection de combustible gazeux pilote et raccorde ce dernier à une source d'air de refroidissement  
35 (72).

16. Système de combustion pour moteur à turbine à gaz du type à combustion pauvre, caractérisé en ce qu'il possède un brûleur (10), une chambre de combustion préalable (13) et

une chambre de combustion principale (14) disposées en série, le brûleur possédant une tête (11) ayant une face (16) de brûleur qui comprend un dispositif (32) d'injection de combustible depuis la face du brûleur vers la chambre de combustion préalable, l'organe de combustion étant disposé afin que, pendant le fonctionnement de l'organe de combustion, une face avant (FF) d'une flamme de combustion brûle très près de la face du brûleur, le brûleur comprenant en outre un dispositif (20) de direction de combustible destiné à diriger le combustible vers la face du brûleur pendant un premier mode de fonctionnement de l'organe de combustion, et un dispositif (20) destiné à diriger un courant d'air de refroidissement vers la face du brûleur dans un second mode de fonctionnement de l'organe de combustion.

17. Système de combustion selon la revendication 16, caractérisé en ce qu'il comprend :

un dispositif (40, 44, 62) destiné à permettre la commutation du fonctionnement avec un combustible gazeux de l'organe de combustion au fonctionnement avec un combustible liquide de cet organe, le fonctionnement avec un combustible gazeux et le fonctionnement avec un combustible liquide étant le premier et le second mode de fonctionnement de l'organe de combustion, et

un dispositif (40, 44) destiné, pendant le fonctionnement de l'organe de combustion avec du combustible liquide, à empêcher l'injection d'un combustible gazeux et à permettre l'injection d'air de refroidissement par la tête de brûleur dans la chambre de combustion préalable par l'intermédiaire du dispositif de direction (20).

18. Procédé de mise en oeuvre du système de combustion selon la revendication 1, lors d'un fonctionnement avec un combustible gazeux de l'organe de combustion, caractérisé en ce qu'il comprend les étapes suivantes :

le déclenchement de l'injection de combustible pilote et de combustible principal dans la chambre de combustion préalable (13) avec des débits massiques respectifs prédéterminés, et

la variation des débits massiques respectifs du combustible pilote et du combustible principal qui sont injectés par rapport au débit massique total de combustible gazeux entre une condition de démarrage et une condition à pleine charge du moteur, afin que, dans la condition de démarrage du moteur, le débit total de combustible gazeux comporte essentiellement le combustible pilote et que, dans la condition à pleine charge du moteur, le débit total de combustible gazeux comprenne essentiellement du combustible principal.

19. Procédé selon la revendication 18, caractérisé en ce que, dans la condition de démarrage du moteur, le combustible gazeux principal ne forme pas plus de 5 % environ du débit total de combustible gazeux et le combustible gazeux pilote ne forme pas moins de 95 % environ du débit total de combustible gazeux alors que, dans la condition de pleine charge du moteur, le combustible gazeux principal ne forme pas moins de 95 % environ du débit total de combustible gazeux et le combustible gazeux pilote ne forme pas plus de 5 % environ du total du débit du combustible gazeux, mais a une valeur qui dépasse 0 %.

20. Procédé de mise en oeuvre du système de combustion selon la revendication 1 ou 17 lors d'un fonctionnement de l'organe de combustion avec un combustible liquide, caractérisé en ce qu'il comprend les étapes suivantes :

le déclenchement de l'injection de combustible liquide pilote dans la chambre de combustion préalable (13) avec un débit massique prédéterminé à l'état de démarrage du moteur,

l'augmentation du débit massique du combustible liquide pilote afin que la puissance du moteur augmente vers une condition de pleine charge du moteur,

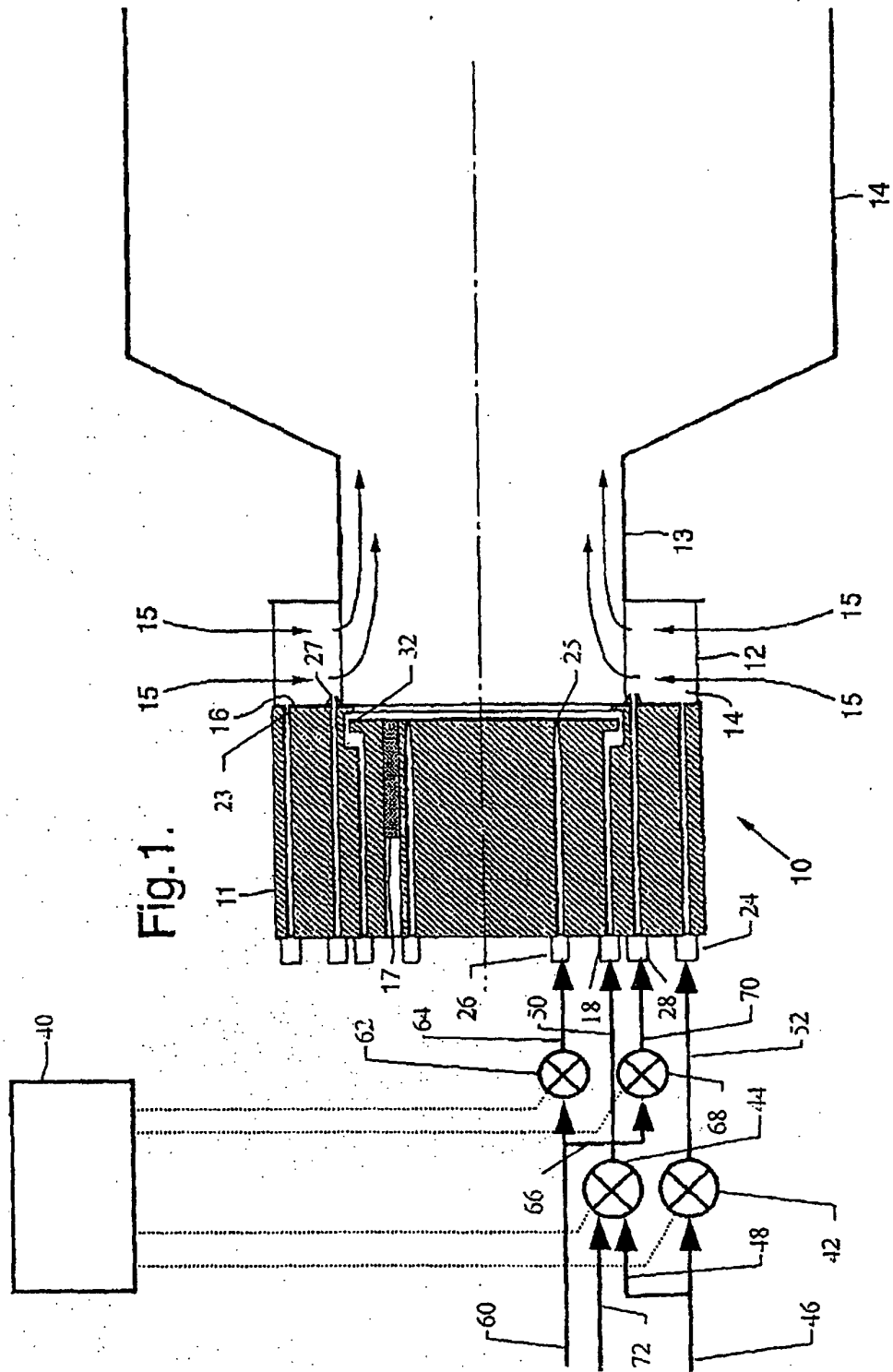
le déclenchement de l'injection d'un combustible liquide principal dans la chambre de combustion préalable avec un débit massique prédéterminé lorsqu'une fraction prédéterminée de l'état à pleine charge du moteur est atteinte,

la réduction continue de la transmission du combustible liquide pilote et l'augmentation continue de la transmission

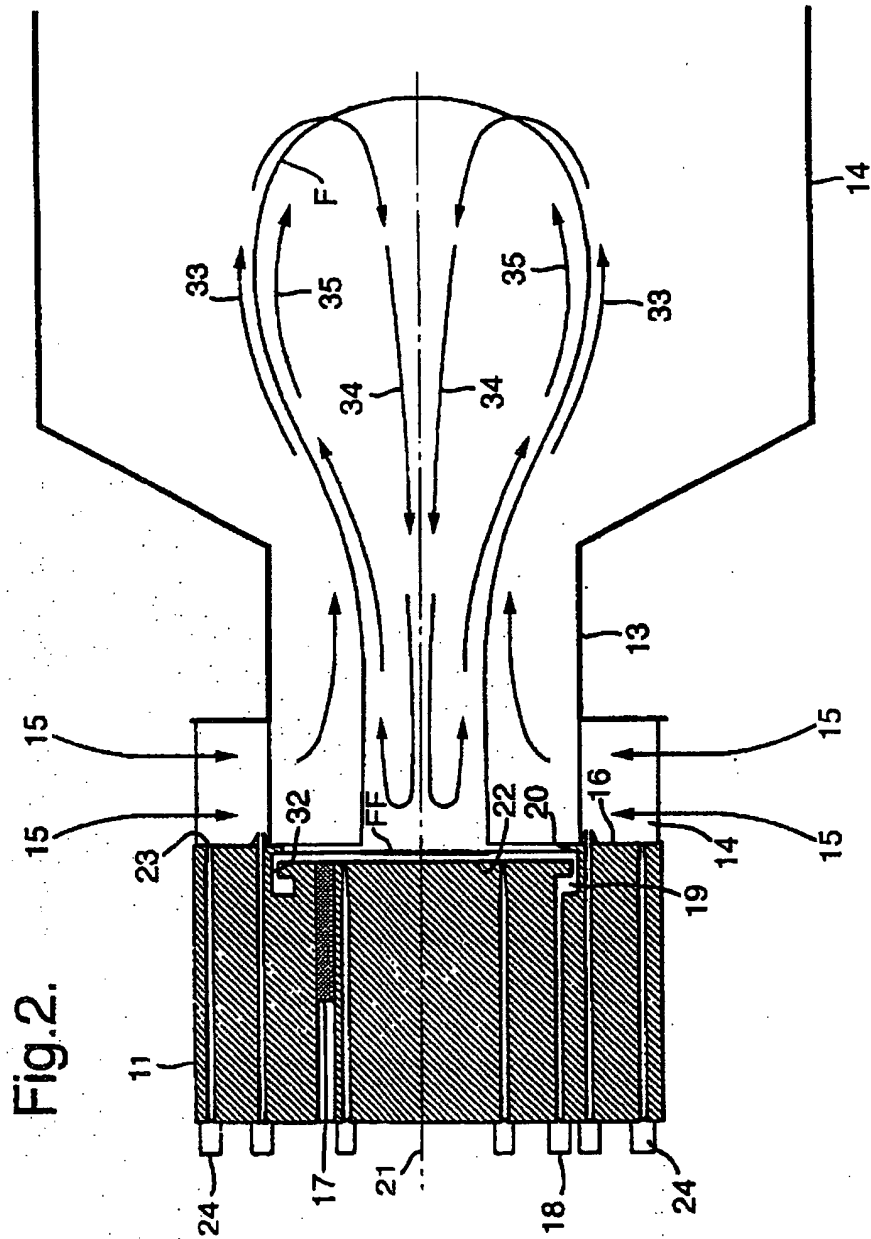
du combustible principal jusqu'à ce que la condition de pleine charge du moteur soit atteinte, et

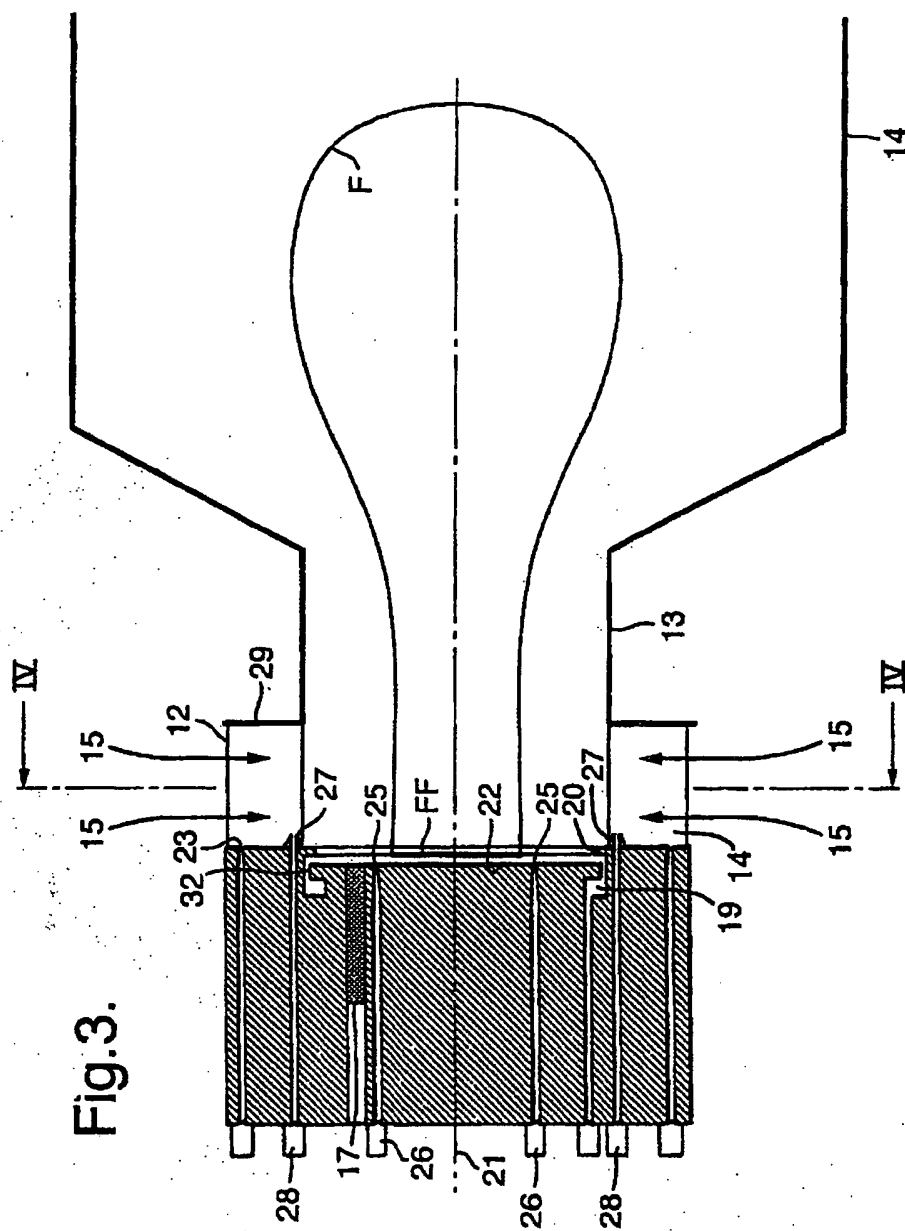
l'injection d'air de refroidissement dans la chambre de combustion préalable à partir de la tête du brûleur à l'aide du dispositif de direction (20) pendant le fonctionnement de l'organe de combustion avec le combustible liquide.

21. Procédé selon la revendication 20, caractérisé en ce que la fraction prédéterminée de la condition de pleine charge du moteur est d'environ 70 % et, à la pleine charge du moteur, le combustible liquide principal ne forme pas moins de 95 % environ du débit total de combustible liquide, et le combustible liquide pilote ne forme pas plus de 5 % environ du débit total de combustible liquide, mais a une valeur supérieure à 0 % cependant.



2/4





**Fig. 3.**

4/4

